

## ALUMINUM COMPOSITE MEMBER

**Patent number:** JP2000313996  
**Publication date:** 2000-11-14  
**Inventor:** KAJI TOSHIHIKO; HASHIKURA MANABU; HATTORI HISAO; TAKEDA YOSHINOBU  
**Applicant:** SUMITOMO ELECTRIC IND LTD  
**Classification:**  
**- International:** C25D11/04; C22C1/04; C22C21/00  
**- european:**  
**Application number:** JP19990118400 19990426  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP2000313996

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance the adhesion of a coating film and the mirror finishing properties in the surface by forming an Al-contg. coating film having specified thickness on the surface of an Al alloy-contg. base material having specified crystal grain size.

**SOLUTION:** The base material contains an Al alloy having 0.05 to 10  $\mu\text{m}$  crystal grain size. The coating film has 1 to 30  $\mu\text{m}$  film thickness and contains Al. The purity of Al in the coating film is preferably controlled to  $\geq 99.99$  wt.%. In this way, at the time of subjecting the coating film to anodic oxidation treatment to form an anodically oxidized film, the anodically oxidized film can be made approximately colorless and transparent. Thus, the transmissivity of visible light in the anodically oxidized film can be increased, and the mirror finishing properties in the Al composite member can be enhanced. The roughness in the surface of the base material is suitably controlled to  $< 3.0 \mu\text{m}$  by the maximum height ( $R_{\text{max}}$ ), by which the adhesion between the base material and the coating film can moreover increased.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-313996  
(P2000-313996A)

(43) 公開日 平成12年11月14日 (2000. 11. 14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
C 2 5 D 11/04	3 0 2	C 2 5 D 11/04	3 0 2 4 K 0 1 8
	3 0 3		3 0 3
C 2 2 C 1/04		C 2 2 C 1/04	C
21/00		21/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-118400

(22) 出願日 平成11年4月26日 (1999. 4. 26)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 鍛冶 俊彦

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 橋倉 学

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外2名)

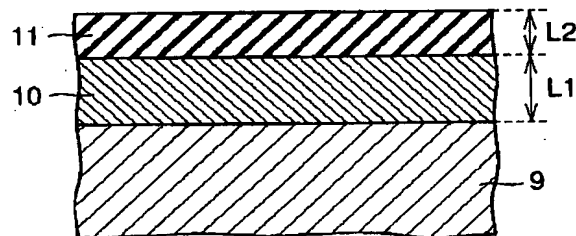
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミニウム複合部材

(57) 【要約】

【課題】 被覆膜の高い密着性と、良好な鏡面性とを兼ね備えるアルミニウム複合部材を提供する。

【解決手段】 アルミニウム複合部材は、結晶粒径が0.05  $\mu\text{m}$ 以上10  $\mu\text{m}$ 以下であるアルミニウム合金を含む基材9と、基材9表面上に形成され、膜厚が1  $\mu\text{m}$ 以上30  $\mu\text{m}$ 以下であり、アルミニウムを含む被覆膜10とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 結晶粒径が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下である、アルミニウム合金を含む基材と、前記基材表面上に形成され、膜厚が $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、アルミニウムを含む被覆膜とを備える、アルミニウム複合部材。

【請求項2】 前記被覆膜におけるアルミニウムの純度が99.99重量%以上である、請求項1に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項3】 前記基材の表面における粗度が最大高さ(Rmax)で $3.0\mu\text{m}$ 未満である、請求項1または2に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項4】 前記アルミニウム合金の引張り強さが400MPa以上である、請求項1～3のいずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項5】 前記アルミニウム合金は急冷凝固アルミニウム粉末合金を含む、請求項1～4のいずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項6】 前記被覆膜は、その被覆膜の最表面層に形成された陽極酸化皮膜を含む、請求項1～5のいずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項7】 前記被覆膜は、その全層が陽極酸化皮膜からなる、請求項1に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項8】 前記被覆膜は、前記基材に含まれるアルミニウム合金を陽極酸化することにより形成された陽極酸化皮膜を含む、請求項7に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項9】 前記陽極酸化皮膜が形成された前記アルミニウム複合部材の表面における、入射角 $45^\circ$ での可視光の正反射率が70%以上である、請求項6～8のいずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項10】 前記陽極酸化皮膜の色調が無色透明である、請求項6～9のいずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項11】 アルミニウム合金の焼結体を含む基材と、前記基材の表面上に形成され、アルミニウムの陽極酸化皮膜が最表面層に形成された被覆膜とを備える、アルミニウム複合部材。

【請求項12】 前記アルミニウム合金の結晶粒径が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下である、請求項11に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項13】 前記被覆膜の膜厚は $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下である、請求項11または12に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項14】 前記基材の表面における粗度が最大高さ(Rmax)で $3.0\mu\text{m}$ 未満である、請求項11～13のいずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項15】 前記アルミニウム合金の焼結体の引張り強さが400MPa以上である、請求項11～14の

いずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項16】 前記アルミニウム複合部材の表面における、入射角 $45^\circ$ での可視光の正反射率が70%以上である、請求項11～15のいずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項17】 前記陽極酸化皮膜の色調が無色透明である、請求項11～16のいずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項18】 結晶粒径が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下である、アルミニウム合金の焼結体を含む基材と、前記基材表面上に形成され、膜厚が $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、アルミニウムを含む被覆膜とを備え、前記被覆膜は、その被覆膜の最表面層に形成された陽極酸化皮膜を含む、

前記基材の表面における粗度が最大高さ(Rmax)で表すと $1.0\mu\text{m}$ 以下である、アルミニウム複合部材。

【請求項19】 前記基材に含まれるアルミニウム合金は、第1成分としてのジルコニウムを0.1重量%以上3.0重量%以下、鉄、ニッケル、チタン、バナジウム、コバルトからなる群から選択される1種以上の元素である第2成分を0.1重量%以上10.0重量%以下、ミッシュメタル、ランタン、セリウム、イットリウム、ニオブ、ネオジムからなる群から選択される1種以上の元素である第3成分を0.1重量%以上15.0重量%以下、含有する、請求項1～18のいずれか1項に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項20】 前記基材に含まれるアルミニウム合金は、前記第1成分としてのジルコニウムを1.0重量%以上3.0重量%以下、鉄、ニッケル、チタン、バナジウムからなる群から選択される1種以上の元素である前記第2成分を1.0重量%以上4.0重量%以下、前記第3成分としてのミッシュメタルを10.0重量%以上15.0重量%以下、含有する、請求項19に記載のアルミニウム複合部材。

【請求項21】 前記基材に含まれるアルミニウム合金は、第4成分としてのマグネシウムを0.1重量%以上5.0重量%以下含有する、請求項19または20に記載のアルミニウム複合部材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、アルミニウム複合部材に関し、より特定的には、その基材の表面に陽極酸化皮膜を形成した際に、この基材に対する陽極酸化皮膜層の優れた密着性と、この陽極酸化皮膜が形成された表面における良好な鏡面性とを兼ね備えることが可能な

アルミニウム複合部材を提供することである。

【0002】

【従来の技術】従来、溶製アルミニウム合金などからなる基材の表面上に純アルミニウムの蒸着膜を形成し、この純アルミニウムの蒸着膜を陽極酸化処理することにより、基材表面に陽極酸化皮膜（アルマイト膜ともいう）を形成する技術が知られている。

【0003】そして、アルミニウム合金の優れた加工性および陽極酸化皮膜の高い硬度や美しい外観などから、このようなアルミニウム合金に陽極酸化皮膜を形成したアルミニウム複合部材は、時計用外装部品などの装飾部材などへ適用されてきている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のような装飾部材への適用を考える場合、アルミニウム複合部材の特性として、陽極酸化皮膜と基材であるアルミニウム合金との高い密着性が求められる。また、同時に、アルミニウム合金の表面上に形成された陽極酸化皮膜の光の透過率が高く、かつ、合金表面に入射した可視光が乱反射せず、高い正反射率を示して鏡面のように見える性質（以下鏡面性ともいう）を有することが求められる。

【0005】しかし、従来の溶製アルミニウム合金などに陽極酸化皮膜を形成した部材においては、上記のような2つの特性（高い密着性と良好な鏡面性）を兼ね備えるアルミニウム複合部材を得ることは難しかった。それは、以下のような理由による。

【0006】従来、上記のような良好な鏡面性を確保するためには、以下のような工程を行う必要があった。まず、陽極酸化皮膜が形成される基材としてのアルミニウム合金の表面を研磨などにより平坦化する。ここで、良好な鏡面性を得るためには、この基材表面の表面粗度は最大高さ（ $R_{max}$ ）で $1.0\mu m$ 以下程度にする必要がある。なお、このような従来の基材としてのアルミニウム合金における結晶粒径は、数十 $\mu m$ 以上という大きさであった。そして、その平坦化された表面上に純アルミニウム膜を蒸着する。その後、そのアルミニウム膜を陽極酸化処理することにより、陽極酸化皮膜を形成する。

【0007】このように、アルミニウム合金の表面を平坦化することにより、アルミニウム合金表面に入射した光（可視光）の、アルミニウム合金表面における乱反射を抑制することができる。このため、高い正反射率を得ることができる。なお、正反射率とは、ある入射角で物体の表面に入射した光の強度に対する、幾何光学の反射の法則に従って同じ出射角で反射する光の強度の割合をいう。

【0008】また、陽極酸化皮膜となるアルミニウム膜におけるアルミニウムの純度を高くすることにより、形成される陽極酸化皮膜の透明性を高めることもできる。このようにすれば、良好な鏡面性を有するアルミニウム

複合部材を得ることができる。

【0009】しかし、このようにアルミニウム合金からなる基材の平坦化した表面上に陽極酸化皮膜を形成する場合には、その基材表面の粗度が小さいため、この陽極酸化皮膜あるいはアルミニウム膜と基材との間の密着性が低下していた。また、基材としてのアルミニウム合金における結晶粒界においては、陽極酸化皮膜あるいはアルミニウム膜と基材との密着力が比較的強いが、上記のように数十 $\mu m$ 以上のサイズの結晶粒径を有する従来のアルミニウム合金では、その表面に表出する結晶粒界の数も少なく、必要な密着力を得るためには不十分であった。そのため、軽い衝撃などにより陽極酸化皮膜が基材から容易に剥がれ落ちるという問題があった。

【0010】このように、陽極酸化皮膜の密着性が低下するという問題を解決するために、アルミニウム合金からなる基材の表面を粗面化し、その粗面化された表面上にアルミニウム膜を蒸着した後、このアルミニウム膜を陽極酸化処理することが考えられる。このようにすれば、基材の表面が粗面化されることにより、基材と陽極酸化皮膜あるいはアルミニウム膜との密着性は向上する。しかし、このように基材の表面が粗面化され、表面粗さが大きくなると、陽極酸化皮膜を透過して、その基材表面に入射する光が基材表面において乱反射される。このため、可視光の正反射率が低下する。この結果、密着性は向上するものの、鏡面性が劣化していた。

【0011】また、基材の表面を粗面化した後、基材表面上に形成される陽極酸化皮膜の膜厚を厚くし、その陽極酸化皮膜の表面を平坦化するという手法も考えられる。しかし、このように陽極酸化皮膜の膜厚が厚くなる場合には、この陽極酸化皮膜における可視光の透過率が低下する。その結果、陽極酸化皮膜を薄く形成した場合より、基材表面において反射される反射光の光量が少なくなる。このため、基材表面での反射光に起因する金属光沢を有する外観を得ることが難しくなる。この結果、やはり鏡面性が劣化していた。

【0012】このように、従来のアルミニウム合金と陽極酸化皮膜とを備えるアルミニウム複合部材においては、陽極酸化皮膜の密着性と優れた鏡面性とを兼ね備えることは困難であった。

【0013】この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、表面に陽極酸化皮膜を形成した場合に、陽極酸化皮膜の高い密着性と、陽極酸化皮膜の透明性および表面における高い正反射率により示される良好な鏡面性とを兼ね備えるアルミニウム複合部材を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】この発明の一の局面におけるアルミニウム複合部材は、基材と被覆膜とを備える。基材は、結晶粒径が $0.05\mu m$ 以上 $10\mu m$ 以下であるアルミニウム合金を含む。被覆膜は、基材表面上

に形成され、膜厚が $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、アルミニウムを含む(請求項1)。

【0015】このように、基材を構成するアルミニウム合金の結晶粒径が従来の溶製材や鋳造材に比べて大変小さいレベルである場合には、基材表面に表出する結晶粒界の数を、従来より多くすることができる。この結晶粒界における基材と被覆膜との密着力は、結晶粒が露出した基材表面における被覆膜と基材との密着力よりも強い。これにより、その基材表面に形成された被覆膜と基材との密着性を従来よりも向上させることができる。そのため、基材表面をたとえば $R_{\text{max}}$ で $1.0\mu\text{m}$ 以下

というような平坦な面にするような場合にも、基材と被覆膜との密着性を高く保つことができる。したがって、この被覆膜表面に陽極酸化皮膜を形成した場合には、基材表面を平坦にすることによって高い正反射率を得ることができるとともに、基材と陽極酸化皮膜との密着性も高くすることができる。

【0016】また、基材表面を平坦な面にするような場合にも、基材と被覆膜との密着性を高く保つことができるので、被覆膜の膜厚を十分薄くできる。このため、被覆膜に形成された陽極酸化皮膜の膜厚も薄くすることができるので、この陽極酸化皮膜での光の透過率を十分大きくすることができる。その結果、陽極酸化皮膜において良好な透明性を確保することができ、より優れた鏡面性を得ることができる。

【0017】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材では、被覆膜におけるアルミニウムの純度が99.9重量%以上であってもよい(請求項2)。

【0018】この場合、被覆膜に陽極酸化処理をすることにより陽極酸化皮膜を形成する際に、この陽極酸化皮膜をほぼ無色透明とすることができる。このため、陽極酸化皮膜における可視光の透過率を高くすることができる。この結果、アルミニウム複合部材の鏡面性をより高めることができる。

【0019】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材では、基材の表面における粗度が最大高さ( $R_{\text{max}}$ )で $3.0\mu\text{m}$ 未満であってもよい(請求項3)。

【0020】ここで、従来の溶製材や鋳造材のアルミニウム合金からなる基材表面の粗度を、 $R_{\text{max}}$ で $3.0\mu\text{m}$ 未満とした場合には、急激に被覆膜と基材との間の密着力が低下する。一方、本発明によれば、基材を構成するアルミニウム合金の結晶粒径が従来の溶製材や鋳造材に比べて大変小さいレベルであるので、上記のような粗度レベルになった場合にも、基材と被覆膜との間の密着力は、従来の基材を用いた場合に比べて低下の程度が小さい。つまり、このような粗度レベルにおいて、本発明によるアルミニウム複合部材における基材と被覆膜との間の密着力が、従来のアルミニウム複合部材における基材と被覆膜との間の密着力よりも高いという本発明の効果が、より顕著になる。

【0021】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材においては、基材の表面における粗度が最大高さ( $R_{\text{max}}$ )で $1.0\mu\text{m}$ 未満であってもよい。

【0022】この場合、アルミニウム複合部材の表面に入射された可視光はほとんど乱反射しなくなる。この結果、高い正反射率を得ることができる。このため、より良好な鏡面性を得ることができる。

【0023】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材においては、アルミニウム合金の引張り強さが400MPa以上であってもよい(請求項4)。

【0024】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材においては、アルミニウム合金は急冷凝固アルミニウム粉末合金を含んでいてもよい(請求項5)。

【0025】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材においては、被覆膜が、その被覆膜の最表面層に形成された陽極酸化皮膜を含んでいてもよい(請求項6)。

【0026】この場合、陽極酸化皮膜を備えることにより、アルミニウム複合部材の表面の硬度を向上させることができる。

【0027】また、被覆膜のアルミニウムの純度を上記のように99.99重量%以上というような高純度にした場合には、陽極酸化皮膜の色調をほぼ無色透明とすることができる。このため、基材の表面を平坦にすることと併せて、高い密着力と良好な鏡面性とを兼ね備える、装飾部材などの用途に適したアルミニウム複合部材を得ることができる。

【0028】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材においては、被覆膜は、その全層が陽極酸化皮膜からなっている(請求項7)。

【0029】この場合、基材の表面上には高い硬度を有する陽極酸化皮膜のみが形成されていることから、陽極酸化皮膜と基材との間にアルミニウム膜が存在するような場合より、アルミニウム複合部材の表面強度をより高くすることができる。

【0030】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材においては、被覆膜は、基材に含まれるアルミニウム合金を陽極酸化することにより形成された陽極酸化皮膜を含んでいてもよい(請求項8)。

【0031】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材においては、陽極酸化皮膜が形成されたアルミニウム複合部材の表面における、入射角 $45^\circ$ での可視光の正反射率が70%以上であってもよい(請求項9)。

【0032】この場合、上記のような高い正反射率を示す材料は、その表面がほぼ鏡面とみなすことができる。このため、装飾部材として特に適したアルミニウム複合部材を得ることができる。

【0033】上記一の局面におけるアルミニウム複合部材では、陽極酸化皮膜の色調が無色透明であってもよい(請求項10)。

【0034】この場合、陽極酸化皮膜における可視光の

透過率が十分高いことから、基材表面の金属光沢を外から目視で確認できる。このため、装飾部材として特に適したアルミニウム複合部材を得ることができる。

【0035】この発明の別の局面におけるアルミニウム複合部材は、基材と被覆膜とを備える。基材はアルミニウム合金の焼結体を含む。被覆膜は基材の表面上に形成され、アルミニウムの陽極酸化皮膜が最表面層に形成されている（請求項11）。

【0036】このため、基材としてアルミニウム合金の焼結体を用いていることから、従来の溶製材のアルミニウム合金などをを用いた場合と比べて、この基材を構成するアルミニウム合金の結晶粒径を小さくすることができる。これにより、基材表面に表出する結晶粒界の数を、従来より多くすることができる。上記のように、この結晶粒界における基材と被覆膜との密着力は、結晶粒が露出した基材表面における被覆膜と基材との密着力よりも強い。この結果、その基材表面に形成された被覆膜と基材との密着性を従来よりも向上させることができる。そのため、基材表面をたとえばRmaxで1.0μm以下というような平坦な面にするような場合にも、基材と被覆膜との密着性を高く保つことができる。したがって、基材表面を平坦にすることによって高い正反射率を得ることができるとともに、基材と陽極酸化皮膜との密着性も高くすることができる。

【0037】また、基材表面を平坦な面にするような場合にも、基材と被覆膜との密着性を高く保つことができるので、被覆膜の膜厚を十分薄くできる。このため、被覆膜に形成された陽極酸化皮膜の膜厚も薄くすることができるので、この陽極酸化皮膜での光の透過率を十分大きくすることができる。その結果、陽極酸化皮膜において良好な透明性を確保することができ、より優れた鏡面性を得ることができる。

【0038】上記別の局面におけるアルミニウム複合部材においては、アルミニウム合金の結晶粒径が0.05μm以上10μm以下であってもよい（請求項12）。

【0039】このように、基材に含まれるアルミニウム合金の結晶粒径が上記のようなレベルであるので、基材と被覆膜との間における高い密着力を実現することができる。

【0040】また、上記のような結晶粒径レベルであるので、基材表面を、Rmaxが1.0μm以下というような平坦な面に加工した場合にも、被覆膜と基材との間の密着力を確実に高く保つことができる。そして、このように基材の表面を平坦化することにより、アルミニウム複合部材の表面における可視光の正反射率を高めることができる。この結果、被覆膜と基材との良好な密着性と優れた鏡面性とを兼ね備えるアルミニウム複合部材を得ることができる。

【0041】上記別の局面におけるアルミニウム複合部材においては、被覆膜の膜厚が1μm以上30μm以下

であってもよい（請求項13）。

【0042】この場合、基材表面を平坦な面にするような場合にも、基材と被覆膜との密着性を高く保つことができるので、被覆膜の膜厚を上記のように十分薄くできる。このため、被覆膜に形成された陽極酸化皮膜の膜厚も薄くすることができるので、この陽極酸化皮膜での光の透過率を十分大きくすることができる。その結果、陽極酸化皮膜において良好な透明性を確保することができる。この結果、より優れた鏡面性を得ることができる。

【0043】上記別の局面におけるアルミニウム複合部材においては、基材の表面における粗度が最大高さ（Rmax）で3.0μm未満であってもよい（請求項14）。

【0044】ここで、従来のアルミニウム複合部材における基材表面の粗度を、Rmaxで3.0μm未満とした場合には、急激に被覆膜と基材との間の密着力が低下する。一方、本発明によるアルミニウム複合部材においては、上記のような粗度レベルになった場合にも、基材と被覆膜との間の密着力は、従来のアルミニウム複合部材より低下の程度が小さい。つまり、このような粗度レベルにおいて、本発明によるアルミニウム複合部材における基材と被覆膜との間の密着力が、従来のアルミニウム複合部材における基材と被覆膜との間の密着力よりも高いという効果がより顕著になる。

【0045】上記別の局面におけるアルミニウム複合部材においては、基材の表面における粗度が最大高さ（Rmax）で1.0μm未満であってもよい。

【0046】この場合、アルミニウム複合部材の表面に入射された可視光はほとんど乱反射しなくなる。この結果高い正反射率を得ることができる。このため、より良好な鏡面性を得ることができる。

【0047】上記別の局面におけるアルミニウム複合部材では、アルミニウム合金の焼結体の引張り強さが400MPa以上であってもよい（請求項15）。

【0048】この場合、装飾部材などにおいて、ある程度強度が必要となるような部材に本発明によるアルミニウム複合部材を適用することができる。

【0049】上記別の局面におけるアルミニウム複合部材では、アルミニウム複合部材の表面における、入射角45°での可視光の正反射率が70%以上であってもよい（請求項16）。

【0050】この場合、上記のようなレベルの正反射率であれば、アルミニウム複合部材の表面をほぼ鏡面とみなすことができる。このため、優れた鏡面性が必要とされる時計などの装飾部材へと本発明によるアルミニウム複合部材を適用することができる。

【0051】上記別の局面におけるアルミニウム複合部材では、陽極酸化皮膜の色調が無色透明であってもよい（請求項17）。

【0052】この場合、陽極酸化皮膜における可視光の

透過率が十分高いことから、基材表面の金属光沢を外から目視で確認できる。このため、装飾部材として特に適したアルミニウム複合部材を得ることができる。

【0053】この発明の他の局面におけるアルミニウム複合部材は、基材と被覆膜とを備える。基材は、結晶粒径が0.05 $\mu$ m以上10 $\mu$ m以下であるアルミニウム合金の焼結体を含む。被覆膜は、基材表面上に形成され、膜厚が1 $\mu$ m以上30 $\mu$ m以下であり、アルミニウムを含む。被覆膜は、被覆膜の最表面層に形成された陽極酸化皮膜を含む。基材の表面における粗度は最大高さ(Rmax)で表わすと1.0 $\mu$ m以下である(請求項18)。

【0054】このため、基材の結晶粒径が上記のようなレベルであることから、被覆膜と基材との高い密着性を確保することができる。また、基材表面における粗度が上記のようなレベルであることから、基材表面をほぼ鏡面とみなすことができるので、基材表面における光の乱反射を抑制することができる。このため、アルミニウム複合部材の表面に入射する可視光の正反射率を高くすることができる。

【0055】また、上記のような比較的薄い膜厚を有する被覆膜を形成していることから、陽極酸化皮膜の膜厚が厚くなりすぎて陽極酸化皮膜における光の透過率が低下することを防止できる。このため、アルミニウム複合部材の鏡面性が低下することを防止できる。

【0056】このように、被覆膜と基材と間の高い密着性を確保すると同時に、優れた鏡面性を有するアルミニウム複合部材を得ることができる。

【0057】上記一の局面または他の局面または別の局面におけるアルミニウム複合部材では、基材に含まれるアルミニウム合金が、第1成分としてのジルコニウムを0.1重量%以上3.0重量%以下、鉄、ニッケル、チタン、バナジウム、コバルトからなる群から選択される

1種以上の元素である第2成分を0.1重量%以上10.0重量%以下、ミッシュメタル、ランタン、セリウム、イットリウム、ニオブ、ネオジムからなる群から選択される1種以上の元素である第3成分を0.1重量%以上15.0重量%以下、含有してもよい(請求項19)。

【0058】上記一の局面または他の局面または別の局面におけるアルミニウム複合部材では、基材に含まれるアルミニウム合金が、第1成分としてのジルコニウムを1.0重量%以上3.0重量%以下、鉄、ニッケル、チタン、バナジウムからなる群から選択される1種以上の元素である前記第2成分を1.0重量%以上4.0重量%以下、第3成分としてのミッシュメタルを10.0重量%以上15.0重量%以下、含有してもよい(請求項20)。

【0059】上記一の局面または他の局面または別の局面におけるアルミニウム複合部材では、基材に含まれるアルミニウム合金が、第4成分としてのマグネシウムを0.1重量%以上5.0重量%以下含有してもよい(請求項21)。

【0060】

【実施例】以下、図面に基づいて本発明の実施例を説明する。

【0061】(実施例1)発明者らは、表1に示すように試料番号1～29に示すような種々のアルミニウム複合部材を準備した。ここで、試料番号1～16は比較例であり、試料番号17～29は本発明によるアルミニウム複合部材の実施例である。なお、試料番号17～29に示した本発明によるアルミニウム複合部材の基材であるアルミニウム合金の組成は、表2に示している。また、試料番号3～16に示した試料における基材としてのアルミニウム合金の組成は、JIS規格による。

【0062】

【表1】

試料 番号	合金	組成	調質	引張強さ (MPa)	結晶粒径 ( $\mu\text{m}$ )	密着強さ (残存%)	備考
1	溶製材	99.99Al	O材	100	100	15	比較例
2	溶製材	99.99Al	H材	200	11	70	
3	溶製材	2024	T6材	450	75	60	
4	溶製材	5052	O材	280	95	25	
5	溶製材	5052	H材	350	20	60	
6	溶製材	4032	T6材	430	50	40	
7	溶製材	6061	O材	200	80	50	
8	溶製材	6061	T6材	350	55	30	
9	溶製材	7075	O材	360	80	20	
10	溶製材	7075	T6材	520	35	30	
11	溶製材	AC8A	T6材	380	200	5	
12	溶製材	ADC3	O材	200	130	10	
13	溶製材	ADC5	O材	150	110	20	
14	溶製材	ADC6	O材	280	125	5	
15	溶製材	ADC12	O材	260	160	0	
16	溶製材	ADC14	T6材	350	240	5	
17	PM材	1	O材	600	0.2	85	実施例
18	PM材	2	O材	410	9.0	85	
19	PM材	2	T6材	470	8.0	100	
20	PM材	3	O材	580	0.7	100	
21	PM材	4	O材	650	1.0	100	
22	PM材	5	O材	400	3.0	90	
23	PM材	6	O材	420	6.0	85	
24	PM材	6	T6材	490	7.0	90	
25	PM材	7	O材	630	0.3	95	
26	PM材	8	O材	580	0.5	28	
27	PM材	9	O材	410	2.0	95	
28	PM材	10	O材	420	5.0	80	
29	PM材	11	O材	450	4.0	90	

Rmax=0.2

純7μm被覆膜厚み=10μm

【0063】

【表2】

組成 番号	組 成
1	Al-2Zr-2Ni-12.5MM
2	Al-17Si-5Fe-40u-1.5Mg
3	Al-2Fe-1.5Ni-1.5Zr-6MM
4	Al-2Zr-2Ni-2Mg-12MM
5	Al-8Fe
6	Al-25Si-4Cu-1.5Mg
7	Al-10Ni-8Ce
8	Al-8Fe-12La
9	Al-11Fe
10	Al-40Si
11	Al-10Si-2Fe-1Mg

【0064】表1を参照して、各試料について、アルミニウム合金の引張り強さおよび結晶粒径を測定した。測定方法としては、以下のような手法を用いた。まず、結晶粒径について、結晶粒径の大きな従来のアルミニウム複合部材では、アルミニウム合金の表面をエッチングしたものを光学顕微鏡により観察することによってその結晶粒径を測定した。そして、本発明の実施例のように結晶粒径の小さなアルミニウム複合部材では、走査型電子顕微鏡や透過型電子顕微鏡を用いて結晶粒径を測定し

た。

30 【0065】表1からもわかるように、本発明によるアルミニウム合金の実施例においては、その結晶粒径はすべて10μm以下であり、引張り強さは400MPa以上となっている。

【0066】なお、それぞれの合金の調質条件は、表1に示したようなJISで定められた条件を用いている。

【0067】そして、各試料を30×30×10mmという大きさに切断した。その後、その表面をバフ研磨により表面粗度がRmaxで0.2μmとなるように加工した。なお、この状態ではどの試料においてもその表面はほぼ鏡面状態であった。

40

【0068】これらの試料を蒸着用真空チャンバに投入し、まずアルゴンスパッタで表面を清浄化した。その後、 $10^{-5}$ Torr以下の真空度になるまでチャンバ中を真空排気した。そして、蒸着源として純度99.9重量%以上のアルミニウムを用いて、すべての試料についてアルミニウム被覆膜をその表面に蒸着した。このアルミニウム被覆膜の膜厚はすべて10μmとした。また、形成されたアルミニウム被覆膜におけるアルミニウムの純度は99.99重量%以上となっていた。なお、アルミニウム被覆膜を蒸着する際のチャンバ中の真空度は1

50



$0^{-3} \sim 10^{-3}$  Torr の範囲になるように制御した。

【0069】このように表面にアルミニウム被覆膜を形成した各試料について、このアルミニウム被覆膜の密着強さを以下のような手法で評価した。まず、市販のピーリングテープをこのアルミニウム被覆膜上に貼付ける。その後、このピーリングテープをアルミニウム被覆膜上から剥がす。そして、このピーリングテープが剥がされた領域においてアルミニウム合金からなる基材の表面に残存するアルミニウム被覆膜の、単位面積当りの面積率を画像解析にて評価した。その結果を表1に示す。なお、評価データとしては、基材の表面に残存したアルミニウム被覆膜の面積を単位面積当りについて%で表わした。

【0070】ここで、それぞれの試料について、基材の結晶粒径とアルミニウム被覆膜の残存率との関係を図1に示す。図1は、結晶粒径とアルミニウム被覆膜の残存率との関係を示すグラフである。表1および図1からもわかるように、基材の結晶粒径が $10 \mu\text{m}$ 以下の本発明によるアルミニウム複合部材の実施例においては、アルミニウム被覆膜の密着強度が高いことがわかる。

【0071】（実施例2）表1に示した試料番号17の基材と、比較例としてのADC5合金（Al-6Mg：\*

試料番号	合金	組成	調質	引張強さ (MPa)	結晶粒径 ( $\mu\text{m}$ )	表面 $R_{\text{max}}$ ( $\mu\text{m}$ )	密着強さ (残存%)	45° 正反射率 (%)	備考
30	PM材	1	O材	600	0.2	0.19	85	85	実施例
31	PM材	1	O材	600	0.2	1.0	95	71	
32	PM材	1	O材	600	0.2	2.8	100	45	
33	PM材	1	O材	600	0.2	7.6	100	39	
34	溶製材	ADC5	O材	150	110	0.17	20	85	比較例
35	溶製材	ADC5	O材	150	11	0.54	30	80	
36	溶製材	ADC5	O材	150	110	1.0	50	85	
37	溶製材	ADC5	O材	150	110	2.9	80	47	
38	溶製材	ADC5	O材	150	110	10.0	80	30	

組成：1:Al-2Zr-2Ni-12.5MM  
ADC5:Al-6Mg  
純7%ニウム被覆膜厚み=5 $\mu\text{m}$

【0075】図2を参照して、基材の結晶粒径が小さい本発明によるアルミニウム複合部材においては、 $R_{\text{max}}$ が $3 \mu\text{m}$ 未満の領域において、比較例と比べてアルミニウム被覆膜の残存率が特に高いことがわかる。また、 $R_{\text{max}}$ が $1 \mu\text{m}$ 以下の、人間の目には鏡面と感じられるような粗度領域においては、本発明によるアルミニウム複合部材のアルミニウム被覆膜の密着性が、比較例と比べて特に高いことがわかる。

【0076】（実施例3）本発明の実施例2において作製した試料番号30～38の試料について、陽極酸化処理を行なった。この陽極酸化処理では、浴組成が12%の硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ）、温度などの条件が $20^\circ$ 、 $1\text{A}/\text{dm}^2$ 、処理時間が15分間という条件を用いた。

【0077】このような陽極酸化処理により、アルミニ

\*結晶粒径 $110 \mu\text{m}$ ）からなる基材との表面粗度を調節し、 $R_{\text{max}}$ が約 $0.2 \mu\text{m}$ から約 $10 \mu\text{m}$ までの範囲に分布する試料を表3に示すように準備した。ここで、試料番号30～33は本発明によるアルミニウム複合部材の実施例であり、試料番号34～38は比較例である。なお、各試料の調質条件は、表3に示す条件を用いている。

【0072】これらの試料に、本発明の実施例1と同様の手法を用いてその表面にアルミニウム被覆膜を蒸着した。このアルミニウム被覆膜の膜厚は約 $5 \mu\text{m}$ であった。そして、本発明の実施例1と同様の手法を用いて、このアルミニウム被覆膜の密着強さを評価した。その結果を表3に示す。なお、各試料の調質条件は、表3に示したようなJISで定められた条件を用いている。

【0073】ここで、これらの試料についての表面粗度（表面 $R_{\text{max}}$ ）とアルミニウム被覆膜の残存率との関係を図2に示す。なお、図2は、試料の表面 $R_{\text{max}}$ とアルミニウム被覆膜の残存率との関係を示すグラフである。

【0074】

【表3】

ウム被覆膜において、当初の膜厚 $5 \mu\text{m}$ のうち、約 $3.5 \mu\text{m}$ のみを陽極酸化皮膜とした。この結果、残存するアルミニウム被覆膜の厚みは約 $1.5 \mu\text{m}$ となった。そして、このアルミニウム被覆膜上に約 $5 \sim 6 \mu\text{m}$ の厚みを有する陽極酸化皮膜が形成されている構造となった。これらの各試料について、 $45^\circ$ 正反射率を測定した。その結果を表3および図3に示す。なお、図3は、試料の表面 $R_{\text{max}}$ と $45^\circ$ 正反射率との関係を示すグラフである。

【0078】このように、表面粗度の小さい、つまり表面の滑らかな基材表面に蒸着された高純度のアルミニウム被覆膜に、陽極酸化処理を施すことにより陽極酸化皮膜が形成されたアルミニウム複合部材は、特に $R_{\text{max}}$ が $1 \mu\text{m}$ 以下の領域において高い正反射率を示すことが

わかる。この結果、このような基材の表面粗度レベルにおいては、十分な鏡面光沢度を有することがわかる。

【0079】なお、ここで正反射率とは、図4を参照して、物体の表面1に一定の角度から入射した光に対する、同様の角度で反射する光の割合を示す。ここで、図4は、正反射率を説明するための模式図である。以下、図4を参照して、正反射率について説明する。

【0080】図4に示すように、入射角 $\theta$ の方向から、光源2から出射した入射光5がスリット3aおよびレンズ4aを介して物体の表面1に入射する場合を考える。この場合、この入射光5は、物体の表面1において反射され、反射光6となる。そして、この反射光6のうち、入射角 $\theta$ と同様の反射角 $\theta$ となる方向出射し、レンズ4bおよびスリット3bを介して受光センサ7に到達する反射光6の強さを測定する。そして、この入射光5と受光センサ7によって検出される反射光6との割合から正反射率が算出される。なお、入射角 $\theta$ および反射角 $\theta$ は、それぞれ物体の表面1に対する垂直線8と光源2および受光センサ7とがなす角度である。そして、45°正反射率とは、この図4における $\theta$ が45°となっている場合の反射率を示す。このような正反射率が高い物体の表面は、人間の目にはほぼ鏡面として認識される。

【0081】このように、実施例1～3に示したデータより、本発明によるアルミニウム複合部材は、アルミニウム被覆膜の優れた密着性と、優れた鏡面性とを兼ね備えていることがわかる。

【0082】（実施例4）次に、表1に示した試料番号17の試料について、その基材表面をバフ研磨することにより表面の $R_{max}$ を0.2 $\mu m$ とした。そして、本発明の実施例1と同様の手法を用いてその基材表面にアルミニウム被覆膜を蒸着した。このようにして試料番号39～43に示す試料を準備した。この試料番号39～43の試料におけるアルミニウム被覆膜の膜厚は、表4のL1で示した欄に示されている。ここで、試料番号39～41の試料は、本発明によるアルミニウム複合部材の実施例であり、試料番号42、43の試料は、比較例である。

【0083】そして、これらの試料番号39～43に示した試料について、本発明の実施例3と同様の手法により、45°正反射率を測定した。その結果を表4に示している。なお、評価基準としては、45°正反射率が70%未満のものは不合格とした。

【0084】さらに、これらの試料番号39～43に示した試料について、これらの試料を3%食塩水に3週間浸漬した。その後、試料表面を目視により観察した。その結果、表4に示すように、本発明の実施例である試料番号39～41の試料は、いずれも食塩水によってその表面が侵されることなく、また十分な正反射率を示すことがわかった。

【0085】次に、本発明の実施例1における試料番号

17の試料の基材について、その表面をバフ研磨することにより表面粗度を $R_{max}$ で0.2 $\mu m$ とした。この基材に、本発明の実施例1および3と同様の手法を用いて、様々な膜厚の陽極酸化皮膜を形成した。このようにして、試料番号44～56に示す資料を準備した。

【0086】なお、試料番号44～50は、図5に示すように、アルミニウム合金からなる基材9の表面上に蒸着されたアルミニウム被覆膜10が存在する。このアルミニウム被覆膜10上に陽極酸化皮膜11が存在する。そして、このアルミニウム被覆膜10の膜厚をL1、陽極酸化皮膜11の膜厚をL2とした。なお、図5は、試料番号44～50の試料の断面構造を示す断面模式図である。そして、試料番号44～50のアルミニウム被覆膜10の膜厚L1と陽極酸化皮膜11の膜厚L2とは、表4に示されている。

【0087】また、試料番号51～56に示した試料の断面は、図6に示すような構造となっている。図6は、試料番号51～56に示した試料の断面を示す断面模式図である。図6を参照して、アルミニウム合金からなる基材9の表面にこの基材9が陽極酸化処理されたことにより形成された下層陽極酸化皮膜12が形成されている。この下層陽極酸化皮膜12上に、基材表面に蒸着されたアルミニウム皮膜が陽極酸化処理されることにより形成された上層陽極酸化皮膜11が形成されている。この下層陽極酸化皮膜12の膜厚をL3、上層陽極酸化皮膜11の膜厚をL4とする。そして、この下層陽極酸化皮膜12の膜厚L3と上層陽極酸化皮膜11の膜厚L4との膜厚も表4に示されている。なお、ここで、試料番号44～46、51～53は、本発明によるアルミニウム複合部材の実施例に該当し、試料番号47～50、54～56は、比較例に該当する。

【0088】これらの試料番号44～56に示した試料について、引掻き試験を実施した。この引掻き試験では、各試料の表面をコンパスの芯で引掻き、その結果陽極酸化皮膜に傷が付いたり破れたりしたものを目視で確認するという手法を用いた。そして、陽極酸化皮膜に傷が付いたり破れたりした試料を不合格とした。その結果を表4に示す。

【0089】また、これらの試料番号44～56に示す試料について打こん試験も行なった。この打こん試験では、各試料の表面に高さ2mからパチンコ玉を落下させ、その試料表面に凹みや傷が形成されたかどうかを目視で観察した。そして、傷や凹みが形成された試料を不合格とした。その結果も表4に示す。

【0090】また、試料番号44～56に示す試料についても、試料番号39～43に示した試料と同様に、45°正反射率を測定し、同様の基準により評価した。その結果も表4に示す。

【0091】

【表4】

試料 番号	膜厚				塩水 試験 評価	引掻き 試験 評価	打こん 試験 評価	45° 正反射率		備 考
	L1	L2	L3	L4				評価	データ	
	(μm)								(%)	
39	2	-	-	-	○			○	85	実 施 例
40	5	-	-	-	○			○	80	
41	25	-	-	-	○			○	80	
42	0.5	-	-	-	x			○	90	比 較 例
43	35	-	-	-	○			x	40	
44	0.5	5	-	-		○	○	○	75	
45	0.5	10	-	-		○	○	○	80	実 施 例
46	1	7	-	-		○	○	○	85	
47	0.2	0.3	-	-		x	○	○	90	
48	0.5	35	-	-		○	○	x	35	比 較 例
49	15	20	-	-		x	○	○	95	
50	25	7	-	-		x	x	○	85	
51	-	-	0.5	5		○	○	○	80	実 施 例
52	-	-	0.5	10		○	○	○	75	
53	-	-	1	7		○	○	○	90	
54	-	-	10	25		○	○	x	40	比 較 例
55	-	-	25	10		○	○	x	45	
56	-	-	0.3	0.2		x	○	○	90	

評価：○：合格  
x：不合格

【0092】表4からもわかるように、本発明によるアルミニウム複合部材の実施例においては、塩水を用いた腐食試験、引掻き試験、打こん試験および正反射率の測定結果のいずれにおいても、良好な結果を得ることができる。

【0093】今回開示された実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施例ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0094】

【発明の効果】以上のように、請求項1～21に記載の発明によれば、表面に形成された被覆膜に陽極酸化処理を施すことにより陽極酸化皮膜を形成するような場合に、この被覆膜と基材との間の高い密着性を維持すると同時に、可視光の正反射率を高くすることにより良好な鏡面性を得ることが可能なアルミニウム複合部材を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1における結晶粒径とアルミニウム被覆膜の残存率との関係を示すグラフである。

【図2】本発明の実施例2における試料の表面R<sub>max</sub>とアルミニウム被覆膜の残存率との関係を示すグラフである。

【図3】本発明の実施例3における試料の表面R<sub>max</sub>と45°正反射率との関係を示すグラフである。

【図4】正反射率を説明するための模式図である。

【図5】本発明の実施例4における試料の断面構造を示す断面模式図である。

【図6】本発明の実施例4における試料の断面構造を示す断面模式図である。

【符号の説明】

1 物体の表面

2 光源

3a, 3b スリット

4a, 4b レンズ

5 入射光

6 反射光

7 受光センサ

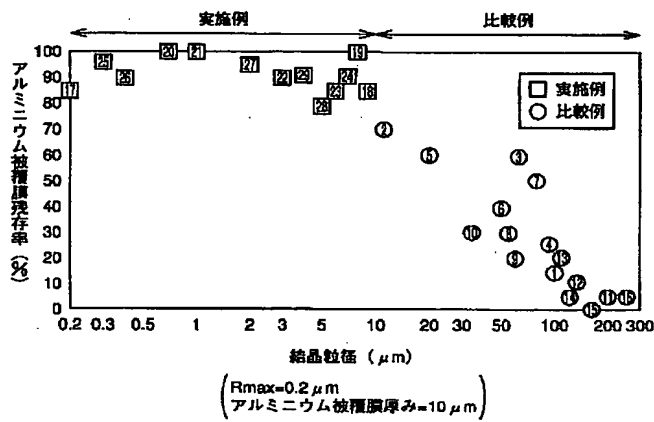
8 表面に対する垂直線

9 基材

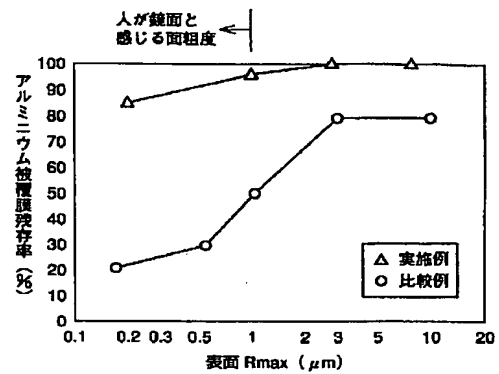
10 蒸着により形成されたアルミニウム被覆膜

11, 12 陽極酸化皮膜

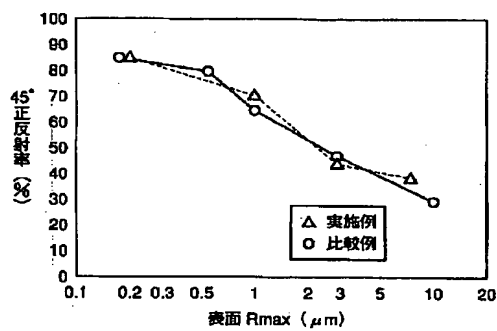
【図1】



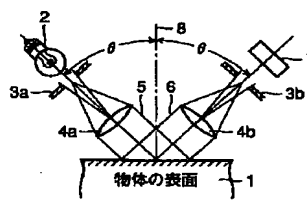
【図2】



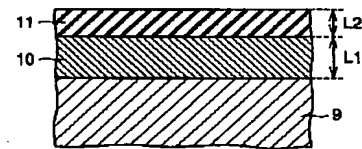
【図3】



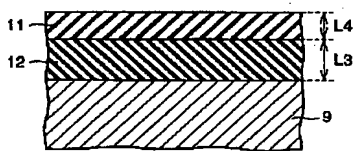
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 服部 久雄  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 武田 義信  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内  
Fターム(参考) 4K018 AA15 DA11 FA24 KA57

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**